

ОУ “ Димитар Миладинов”
Општина Центар - Скопје

ПРИМЕНЕТА ФИЗИКА

**ОПРЕДЕЛУВАЊЕ НА СПЕЦИФИЧЕН ТОПЛИНСКИ
КАПАЦИТЕТ НА ОЛОВНИ ЗРНЦА**



Ментор

Аида Петровска

Ученик

Стојан Спасевски

VII одделение

СОДРЖИНА

ВОВЕД	2
ТОПЛИНСКИ КАПАЦИТЕТ НА ТЕЛА.....	4
ОПРЕДЕЛУВАЊЕ ТОПЛИНСКИ КАПАЦИТЕТ НА КАЛОРИМЕТАРОТ.....	8
ОПРЕДЕЛУВАЊЕ СПЕЦИФИЧЕН ТОПЛИНСКИ КАПАЦИТЕТ НА ОЛОВНИ ЗРНЦА	11
ЗАКЛУЧОК	14
КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА	15

ВОВЕД

Во ладните зимски денови, играњето со снежни топки за мене претставува вистинско задоволство, а уште поубаво е кога моите змрзнати дланки ќе ги допрем до големата чаша чај со мед што секогаш ми ја подготвува мојата баба. И тогаш, уште од мал, се запрашував: зошто топлината од чајот ги загрева моите дланки? Сега кога сум седмо одделение учејќи ги законите на природата можам со точност да ги објаснам законите за пренесување на толината и испишам нивните равенки. Кога ќе дојдат во допир две различно загреани тела настанува размена на **количество топлина** од потоплото кон поладното тело.

Количеството топлина е мерка за **внатрешната енергија** што се предава од едно тело на друго. Пренесувањето на внатрешната енергија од едно на друго тело е условено со заемното дејство на молекулите од едното и другото тело, при што енергијата се пренесува од молекула на молекула. Кога едно тело (чашата со мојот чај) што е со повисока температура загрева друго тело (моите дланки) со пониска температура, му предава дел од својата внатрешна енергија. Притоа, телото со повисока температура се лади, а внатрешната енергија му се намалува.



Слика 1. Бенџамин Томсон (1753-1814)

Кога би “навлегле” во структурата на телата, кои што се составени од атоми и молекули, ќе “видиме” дека овие честички постојано хаотично се движат. Ако едно тело се загрева на повисока температура, движењето на атомите се зголемува и телото се шири. Ако телото се лади, движењето на атомите се намалува и телото се собира.

Во втората половина на XVIII век физичарот Бенџамин Томсон (Benjamin Thompson) утврдил дека топлината претставува еден вид енергија што се јавува кај телата како резултат на кинетичката енергија на молекуларното движење.

Понекогаш на нас учениците не ни е едноставно да правиме разлика помеѓу **температурата** и **количеството топлина**. Разликата може да се илустрира со загревање на различно количество вода во два сада со различна големина. За загревање на водата во поголемиот сад до температура од 100 °C е потребно поголемо количество гас или електрична енергија отколку за водата во помалиот сад да се загрее на истата температура од 100 °C. Иако двата сада на почетокот имаат иста собна температура, а потоа и двата се загреваат до 100 °C, потребно е на поголемиот сад да му се донесе поголемо количество топлинска енергија, т.е. топлина. Според тоа количеството топлина има иста мерната единица со мерната единица за енергија, а тоа е џул (J).

ТОПЛИНСКИ КАПАЦИТЕТ НА ТЕЛА

Разликата помеѓу температурата и количеството топлина можеме да ја прикажеме со експеримент како на слика 2. Три мали топчиња со иста големина, но од различни материјали (керамика, стакло и железо), се загреват во решетка ставена во оган. Топчето од стакло внатре е шупливо. Потоа тие се ставаат на тенка восочна плоча со дебелина од околу 0,5 cm, така што сами ќе го истопат својот пат низ плочата. Низ парафинот прво ќе помине железното топче, потоа керамичкото, а на крај стакленото шупливо топше и ќе паднат на подлогата. Овој експеримент кажува дека количеството топлина што го примило железото, иако загреано на иста температура со другите две топчиња, е значително поголемо од количеството топлина што го примиле ја другите две топчиња.



керамчко топче стаклено шупливо топче железно топче



Слика 2. Топчињата направени од различни материјали имаат различни топлински капацитети

Количеството топлина Q потребно да се даде на топчињата за нивната температура да се зголеми за еден степен се нарекува **топлински капацитет** (C). Топлинскиот капацитет на секое тело може да се пресмета од равенката:

$$C = \frac{Q}{D}$$

каде што $D = t_2 - t_1$ претставува **температурна разлика** при загревање или ладење на телото.

Единица за мерење на топлинскиот капацитет според оваа дефиниција е џул на келвин ($\frac{J}{K}$).

За да се зголеми температурата на 1 kg олово за 1 K потребно количество топлина да му се даде количество топлина од 126 J, за 1 kg месинг потребно е 380 J, за 1 kg стакло потребно е 770 J, а за 1 kg железо 420 J. Со други зборови, топлинските капацитети на еднакви маси од различни материјали имаат различни вредности. На водата и треба многу повеќе количество топлина (4186 J) од која било друга супстанција со иста маса за да ја загрееме за еден келвин. Меѓутоа, кога водата се лади испушта многу повеќе количество топлина од исто количество за еднаков број на степени од која било друга супстанција. Оваа појава особено доаѓа до израз кај морињата и океаните и затоа во тие подрачја климите се поумерени.

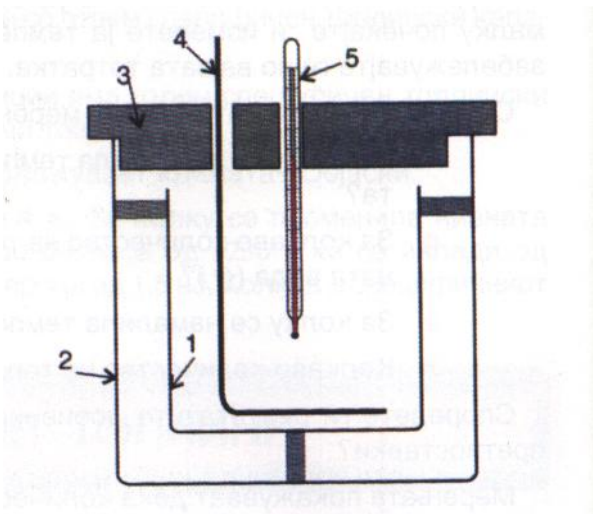
Исто така од големо значење е да се определи колкаво количество топлина Q е потребно да се даде на определено количество маса од телото за неговата температура да се зголеми за 1K. Таа физичка величинина се нарекува специфичен топлински капацитет (c). Според тоа, **специфичен топлински капацитет** c на некоја супстанција е количеството топлина Q што треба да се даде на еден килограм маса од супстанцијата за нејзината температура да се зголеми за еден келвин.

Специфичниот топлински капацитет може да се пресмета од равенката:

$$c = \frac{Q}{mD}$$

Единица за мерење на специфичниот топлински капацитет според оваа дефиниција е џул на килограм по келвин ($\frac{J}{kg K}$).

Ако ги искористиме вредностите за количеството топлина што треба да се даде на некои супстанции за да нивната температура се зголеми за еден келвин, за нивните специфични топлински капацитети добиваме за олово $c = 126 \frac{J}{kg K}$, месинг $c = 380 \frac{J}{kg K}$, железо $c = 420 \frac{J}{kg K}$, стакло $c = 770 \frac{J}{kg K}$ и вода $c = 4186 \frac{J}{kg K}$.



Слика 3.

Количеството топлина Q што може да го прими или оддаде едно тело се мери со калориметар, прикажан на слика 3. Калориметарот се состои од сад и стаклена чаша, ставена во садот. Чашата (1) е одвоена од садот (2) со воздух и стиропор, кој што има улога да спречи размена на топлина меѓу чашата и надворешната околина. На капакот (3) има два отвори низ кои поминуваат термометар (5) и мешалка (4).

Во калориметарот се ставаат две тела со различни температури, од кои едното е течност, најчесто вода. Од телото со повисока температура топлината поминува на телото (водата) со пониска температура се додека нивните температури не се изедначат. Количеството топлина што ја примило поладното тело (водата) ќе ја означиме со Q_1 , а количеството топлина што ја ослободило

потоплото тело со Q_2 . При изедначување на температурите на телото и водата, ослободеното количество топлина Q_2 од телото е еднакво со применото количество топлина од водата Q_1 :

$$Q_1 = Q_2$$

Оваа равенка се нарекува равенка на **топлинска рамнотежа**.

ОПРЕДЕЛУВАЊЕ ТОПЛИНСКИ КАПАЦИТЕТ НА КАЛОРИМЕТАРОТ

Топлинскиот капацитет на калориметарот C_k е збир од топлинскиот капацитет на приборот C_p и топлинскиот капацитет на количеството вода ставена во него C_v :

$$C_k = C_p + m_v c_v$$

каде што m_v е масата на водата, а c_v нејзиниот специфичен топлински капацитет. Топлинскиот капацитет на приборот, кој е составен од различни делови, направени од повеќе материјали, чии топлински капацитети тешко се определуваат, не може едноставно да се пресмета. Затоа топлинскиот капацитет на калориметарот C_k се одредува експериментално.

Во стаклената чаша (1) на калориметарот се става определено количество (100 ml) ладна вода со маса m_1 на температура t_1 и се затвара капакот. Масата на водата може да се измери со стаклена чаша на која се изгравирани волуменски единици (ml). По мешање од неколку минути со мешалката (4) се отчитува заедничката температура на водата и калориметарот t_1 . За тоа време во друга огноотпорна чаша на решо се загрева друго количество вода (100 ml) со маса m_2 до температура t_2 . Потоа загреаната вода се меша со водата од стаклената чаша (1) на калориметарот. По неколку минути мешање со мешалката, настанува

топлинска рамнотежа и на термометарот (5) се отчитува неговата температура на мешавината t .

Количеството топлина што ја оддава загреаната вода може да се пресмета со равенката:

$$Q_2 = m_2 c_v (t_2 - t).$$

Дел од оваа топлина ја прима калориметарот: $Q_k = C_k (t - t_1)$,

а дел водата со маса m_1 во калориметарот: $Q_1 = m_1 c_v (t - t_1)$.

Од условот за топлинска рамнотежа следува дека количеството топлина Q_2 што го испушта загреаната вода се дава на калориметарот Q_k и на ладната вода Q_1 :

$$Q_2 = Q_k + Q_1.$$

Ако равенките за количеството топлина Q_2 , Q_k и Q_1 се заменат во равенката за топлинска рамнотежа за топлинскиот капацитет на калориметарот C_k се добива:

$$m_2 c_v (t_2 - t) = C_k (t - t_1) + m_1 c_v (t - t_1)$$

$$C_k (t - t_1) = m_2 c_v (t_2 - t) - m_1 c_v (t - t_1)$$

$$C_k = \frac{m_2 c_v (t_2 - t) - m_1 c_v (t - t_1)}{t - t_1}$$

$$C_k = \frac{m_2 c_v (t_2 - t)}{t - t_1} - m_1 c_v$$

Задача: Да се пресмета топлинскиот капацитет на калориметарот C_k , ако температурата на ладната вода со маса $m_1=100$ г изнесува $t_1 = 21,7$ °C, на топлата вода со маса $m_2=100$ г изнесува $t_2 = 77$ °C, температурата на мешавината по топлинската рамнотежа е $t = 46,3$ °C.

Решение:

$$C_k = \frac{m_2 c_v (t_2 - t)}{t - t_1} - m_1 c$$

$$C_k = \frac{0,1 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kgK}} (77^\circ\text{C} - 46,3^\circ\text{C})}{46,3^\circ\text{C} - 21,7^\circ\text{C}} - 0,1 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

$$C_k = \frac{418,6 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 30,7 \text{ K}}{24,6 \text{ K}} - 418,6 \frac{\text{J}}{\text{K}} = 522,4 \frac{\text{J}}{\text{K}} - 418,6 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

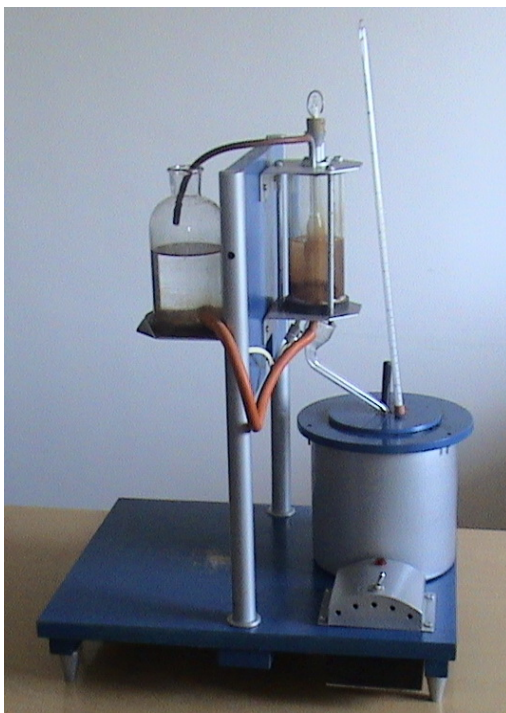
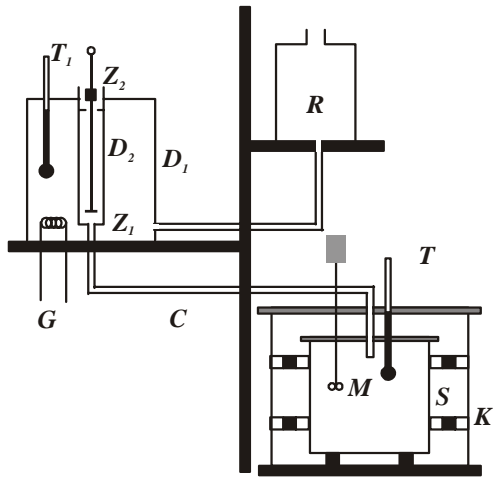
$$C_k = 103,8 \frac{\text{J}}{\text{K}}$$

Резултатите од нашите мерења и пресметките за топлинскиот капацитет на калориметарот се дадени во табела 1.

ред. бр.	t_1 (°C)	t_2 (°C)	m_1 (ml)	m_2 (ml)	t (°C)	C_k ($\frac{\text{J}}{\text{K}}$)
1	21,7	77	100	100	46,3	103,8
2	22,0	81	100	100	47,9	116,4
3	22,3	77	100	100	46,4	112,9
4	21,4	79	100	100	46,8	112,2
средна вредност						111,3

ОПРЕДЕЛУВАЊЕ СПЕЦИФИЧЕН ТОПЛИНСКИ КАПАЦИТЕТ НА ОЛОВНИ ЗРНЦА

За да се определи специфичниот топлински капацитет на мали оловни зрнца се користи апаратура прикажана на слика 4. Апаратурата содржи: калориметар K , кој е опишан на слика 3, стаклен сад D_1 што служи како водена бања, во кој има грејач G за да ги загрева зрнциата, термометар T_1 и друг стаклен сад D_2 . Садот D_2 се затвара од двете страни со затки Z_1 и Z_2 и служи за загревање на зрната. Садот D_1 има отвор кој со црево е поврзан за резервоарот за вода R . На основата од апаратурата има прекинувач со кој се вклучува грејачот во струја од градската мрежа.



Слика 4.

Постапката за определување на топлинскиот капацитет на зрната C_z почнува со мерење на нивната маса m_z на вага. За точно определување на масата m_z , зрната мора да бидат потполно суви. Тие се ставаат во садот D_2 . Треба да се внимава затките Z_1 и Z_2 да се поставени така да при ставање на зрната, тие не испаднат од садот D_2 . Потоа се вклучува грејачот во водената бања и се остава зрната да се загреат до температура $t_z = 100$ °Сна вриење на водата, која се отчитува на термометарот T_1 . За тоа време, во чашата C во калориметарот се става определено количество ладна вода со маса m_v . По мешање од неколку минути со мешалката се прочитува температурата на водата t_v . Кога зрната се загреани на 100 °С преку стаклената цевка C се пуштаат во чашата S . Се меша со мешалката. По извесно време кога температурата ќе се стабилизира се отчитува температурата t на системот со помош на термометарот T .

Количеството топлина што ја оддаваат загреаните зрна може да се претстави со равенката:

$$Q_z = m_z c_z (t_z - t)$$

дел од ова количество топлина ја прима калориметарот:

$$Q_k = C_k (t - t_v),$$

а дел ја прима водата со маса m_v во калориметарот:

$$Q_v = m_v c_v (t - t_v).$$

Од условот за топлинска рамнотежа следува дека количеството топлина Q_z што го испуштаат оловните зрнца се дава на калориметарот Q_k и на ладната вода Q_v :

$$Q_z = Q_k + Q_v$$

Ако равенките за количеството топлина Q_z , Q_k и Q_v се заменат во равенката за топлинска рамнотежа за топлинскиот капацитет на калориметарот C_k се добива:

$$m_z c_z (t_z - t) = C_k (t - t_v) + m_v c_v (t - t_v)$$

$$c_z = \frac{C_k (t - t_v) + m_v c_v (t - t_v)}{m_z (t_z - t)}$$

$$c_z = \frac{(C_k + m_v c_v)(t - t_v)}{m_z (t_z - t)}$$

Задача: Да се пресмета топлинскиот капацитет на оловни зрнца со маса $m_z = 51,55$ g, ако тие се загреваат на температура $t_z = 100$ °C и потоа се пуштаат во ладната вода со маса $m_v = 100$ g на температура $t_v = 23,6$ °C. Температурата на водата и оловните зрнца по топлинската рамнотежа е $t = 24,4$ °C.

Решение:

$$c_z = \frac{(C_k + m_v c_v)(t - t_v)}{m_z (t_z - t)}$$

$$c_z = \frac{(113,3 \frac{\text{J}}{\text{K}} + 0,1 \text{ kg} \cdot 4186 \frac{\text{J}}{\text{kgK}})(24,4^\circ \text{C} - 23,6^\circ \text{C})}{0,05155 \text{ kg} \cdot (100^\circ \text{C} - 24,4^\circ \text{C})}$$

$$c_z = \frac{(113,3 \frac{\text{J}}{\text{K}} + 418,6 \frac{\text{J}}{\text{K}}) 0,8 \text{ K}}{0,05155 \text{ kg} \cdot 75 \text{ K}}$$

$$c_z = \frac{529,9 \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 0,8 \text{ K}}{3,9 \text{ kg K}} = \frac{424 \text{ J}}{3,9 \text{ kg K}}$$

$$c_z = 108,7 \frac{\text{J}}{\text{kgK}}$$

Резултатите од нашите мерења и пресметки за специфичниот топлински капацитет на оловните зрнца се дадени во табела 2.

ред. бр.	t_v (°C)	t_z (°C)	m_v (ml)	m_z (g)	t (°C)	c_z ($\frac{J}{kgK}$)
1	23,6	100	100	51,55	24,4	108,7
2	23,4	100	100	51,55	24,4	135,9
3	23,1	100	100	51,55	24,0	122,2
средна вредност						122,3

ЗАКЛУЧОК

Средната вредност на специфичниот топлински капацитет на измерена за оловните зрнца е приближно иста со онаа ($c = 126 \frac{J}{kgK}$) што ја имаме како податок во нашиот учебник од седмо одделение.

Знаењето на вредностите за специфичните топлински капацитети на различни супстанции е многу битно за да можат овие супстанции да се користат во секојдневниот живот.

На пример каменеста подлога има мал специфичен топлински капацитет, па затоа таа брзо се загрева, но и брзо се лади. Таквата подлога придонесува деновите да бидат жешки, а ноќите ладни, карактеристично за континенталната клима.

Затоа во секојдневниот живот треба да одбираме од каков материјал ни се облеката и обувките што ги носиме, за во зима тие да не заштитат од студот, а во лето од жештината.

Исто така, треба да се размислува за видот на градежниот материјал за внатрешно и надворешно уредување куќите, за изградба на печки и слично.

Калиевите печки се прават од материјал со голем топлински капацитет. Затоа им треба повеќе топлина за да се загреат до истата температура како и железните печки, но железните печки многу побрзо ќе се изладат од калиевите.

КОРИСТЕНА ЛИТЕРАТУРА

1. Физика за седмо одделение, Симеон Гешоски и Фердинант Нонкуловски
2. Практикум за лабораториски вежби по физика, Факултет за електротехника и информациски технологии
3. http://en.wikipedia.org/wiki/Specific_heat_capacity